

Przedmiotowe zasady oceniania

KLASA 1

Podane wymagania są podstawą do tworzenia przedmiotowych zasad oceniania. PZO z fizyki nie może powstać w oderwaniu od innych przedmiotów. System oceniania powstający w danej szkole powinien być spójny i uzgodniony z innymi przedmiotami, szczególnie z pozostałymi przedmiotami przyrodniczymi oraz matematyką. Ocenianie uczniów jest jednym z trudniejszych elementów całego procesu dydaktycznego. Należy tak dobierać metody oceniania osiągnięć uczniów, aby z jednej strony stanowiły wskazówkę, co już uczeń umie, a z drugiej strony stanowiły element motywujący do dalszej pracy. Przedstawiony zestaw wymagań może sprzyjać lepszemu przygotowaniu się uczniów do wykazywania się swoją wiedzą i umiejętnościami podczas sprawdzianów. Pamiętać przy tym należy, że testy, klasówki czy pisemne sprawdziany będące podsumowaniem danego działu nie mogą być jedynymi formami weryfikacji postępów w nauce. Pod uwagę trzeba brać również m.in.:

- wypowiedzi ustne na zadany lub samodzielnie wybrany temat, □ aktywność ucznia podczas zajęć,
- aktywność pozalekcyjną (np. prace typu projekt, samodzielnie przeprowadzone doświadczenia, opracowania wybranego tematu).

Można przypisać różne wagi do poszczególnych ocen cząstkowych. Szczególnie wówczas, gdy używamy dzienników elektronicznych. Pamiętajmy, że wszelkie zasady, które obowiązują podczas oceniania, powinny być jawne dla uczniów i stosowane w jednakowy sposób wobec każdego z nich.

PROPOZYCJE DEFINICJI OCEN SEMESTRALNYCH I KOŃCOWOROCZNYCH

Ocena niedostateczna

- Uczeń nie spełnił wymagań koniecznych.
- Uczeń nie opanował wiadomości i umiejętności określonych w podstawie programowej nauczania fizyki w danym okresie. Nie jest w stanie odtworzyć podanych wiadomości nawet z pomocą nauczyciela. Braki w umiejętnościach i wiadomościach uniemożliwiają mu dalszą skuteczną naukę.

Ocena dopuszczająca

- Uczeń spełnił wymagania konieczne i nie spełnił wymagań podstawowych.
- Uczeń ma braki w opanowaniu pewnych treści zawartych w podstawie programowej. Odtwarza wiedzę z pomocą nauczyciela. Deklaruje chęć dalszej nauki, jego umiejętności nie przekreślają szans na dalszą skuteczną naukę.

Ocena dostateczna

- Uczeń spełnił wymagania konieczne i podstawowe.
- Uczeń ma podstawową wiedzę na temat omówionych treści zawartych w podstawie programowej. Posługuje się wiedzą głównie na poziomie jakościowym, rozwiązuje bardzo proste, typowe przykłady rachunkowe i problemowe.

Ocena dobra

- Uczeń spełnił wymagania konieczne, podstawowe i rozszerzone.
- Uczeń w znacznym stopniu opanował treści zawarte w podstawie programowej. Posługuje się wiedzą na poziomie ilościowym. Posiadaną wiedzę potrafi zastosować do rozwiązywania przykładów rachunkowych oraz problemowych.

Ocena bardzo dobra

- Uczeń spełnił wymagania konieczne, podstawowe, rozszerzone i dopełniające.
- Uczeń w pełni opanował treści zapisane w podstawie programowej, wykazuje się swobodą w operowaniu posiadaną wiedzą i umiejętnościami. Rozwiązuje nietypowe zadania rachunkowe i problemowe.

Ocena celująca

- Uczeń spełnił wymagania konieczne, podstawowe, rozszerzone i dopełniające, a także wykazuje się wiedzą i umiejętnościami pozwalającymi rozwiązywać trudne zadania rachunkowe.
- Uczeń wykorzystuje podstawowe prawa fizyki do wyjaśniania skomplikowanych zjawisk zachodzących w przyrodzie. Samodzielnie rozwija swoje zainteresowania fizyką, osiąga sukcesy w konkursach i olimpiadach.

Wymagania wynikające z podstawy programowej oraz ze zrealizowanych treści zapisanych w pierwszej części podręcznika – klasa 1 (1 godz. tygodniowo)

Uwagi ogólne

Wymagania szczegółowe zapisane w podstawie programowej zostały uszczegółowione i podzielone na cztery kategorie: wymagania konieczne, podstawowe, rozszerzone i dopełniające. Taki podział wymagań może ułatwić przygotowanie sprawdzianów i testów sprawdzających poziom wiedzy i umiejętności uczniów. W przypadku podawania przez uczniów treści definicji, praw i zasad ważniejsze jest uchwycenie sensu fizycznego danego prawa niż dosłowne cytowanie jego treści.

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
Kinematyka					
1.	Niepewności pomiarowe, cyfry znaczące	- wykonuje pomiary czasu oraz długości, - wskazuje cyfry znaczące w wyniku obliczeń.	- oblicza średni wynik z wielu pomiarów, - zapisuje wynik obliczeń z odpowiednią liczbą cyfr znaczących, - określa rozdzielczość przyrządu pomiarowego.	- szacuje niepewność pomiarową, - oblicza niepewność względną, - porównuje precyzję poszczególnych pomiarów.	- dobiera przyrządy stosownie do przeprowadzanych pomiarów, - odróżnia błędy grube od przypadkowych, - zauważa błędy systematyczne serii pomiarów.
2.	Opis ruchu	- wskazuje na rysunkach tor oraz przebytą drogę, - stosuje pojęcie prędkości do opisu ruchu, - odróżnia przemieszczenie od drogi.	- podaje przykłady ruchu jednostajnego, - oblicza prędkość dla ruchu jednostajnego, - odróżnia prędkość średnią od chwilowej.	- odróżnia wykresy $s(t)$ od wykresów $x(t)$, - rozwiązuje zadania o średnim stopniu trudności.	- opisuje ruch ciała w różnych układach odniesienia, - wyznacza prędkość względną dwóch obiektów, - rozwiązuje zadania wymagające ułożenia równania i wyznaczenia niewiadomej.
Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			

3.	Ruch zmienny	• stosuje pojęcie przyspieszenia do opisu ruchu, • podaje przykłady ruchu przyspieszonego i opóźnionego, • opisuje słownie ruch zmienny, używając pojęcia prędkości.	• oblicza przyspieszenie, mając dane prędkości i czas, • definiuje słownie ruch jednostajnie przyspieszony i opóźniony, • analizuje jakościowo wykresy prędkości od czasu.	• oblicza prędkość końcową przy zadanym przyspieszeniu, • analizuje ilościowe wykresy zależności prędkości od czasu, • oblicza przyspieszenie z wykresu $v(t)$.	• rozwiązuje zadania o podwyższonym stopniu trudności, • rysuje wykresy prędkości i położenia od czasu przy zadanych parametrach ruchu.
4.	Droga w ruchu jednostajnym i zmiennym	• odróżnia ruch jednostajny od jednostajnie zmiennego, • oblicza drogę w ruchu jednostajnym.	• zapisuje równania poszczególnych ruchów, • na podstawie opisu sytuacji potrafi nazwać poszczególne rodzaje ruchu ciał, • oblicza drogę, podstawiając dane do podstawowych wzorów.	• z opisu sytuacji wyodrębnia potrzebne wielkości fizyczne do obliczeń, • poprawnie dobiera równanie do określonych rodzajów ruchu, • poprawnie interpretuje uzyskane wyniki obliczeń.	• rozwiązuje zadania o podwyższonym stopniu trudności, • ocenia realność uzyskanych wyników obliczeń.

Dynamika

5.	Siły wokół nas. III zasada dynamiki	• nazywa siły w najbliższym otoczeniu, wskazuje kierunki ich działania, • podaje treść III zasady dynamiki.	• poprawnie rysuje wektory sił, • wybiera ciało, na które działa siła,	• odróżnia siły wewnętrzne od zewnętrznych, • przedstawia pary sił wynikające z III zasady dynamiki, • na podstawie analizy opisu sytuacji, wskazuje środek masy ciała.	• analizuje siły działające w bardziej złożonych układach ciał, • wyjaśnia mechanizm poruszania się ludzi, pojazdów itp.
----	-------------------------------------	--	---	---	---

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające

Uczeń:					
6.	Siła wypadkowa. I zasada dynamiki	• składa siły równoległe, • wyznacza wartość wypadkowej sił równoległych, • podaje treść I zasady dynamiki.	• graficznie składa siły nierównoległe, • oblicza wartość wypadkowej sił działających w kierunkach prostopadłych do siebie, • analizuje siły działające na ciało w spoczynku i poruszające się ruchem jednostajnym.	• podaje przykłady inercjalnych układów odniesienia, • wnioskuje o wartościach sił na bazie I i III zasady dynamiki.	• zaznacza na rysunkach działające siły, • wyznacza wartości sił działających w układzie co najmniej dwóch ciał.
7.	II zasada dynamiki	• formułuje treść II zasady dynamiki, • oblicza przyspieszenie ciała, znając siłę i masę, • podaje przykłady ruchu ciał pod działaniem siły, • wskazuje siłę będącą przyczyną ruchu.	• analizuje rodzaj ruchu ciała przy zadanych siłach, • oblicza przyspieszenie, korzystając z II zasady dynamiki, • określa kierunek siły wypadkowej na podstawie opisu ruchu.	• korzysta z równań ruchu, aby obliczyć siłę wypadkową, • mając daną siłę wypadkową, wnioskuje o siłach działających na ciało.	□ rozwiązuje bardziej złożone zadania z dynamiki.
8.	Opory ruchu	• odróżnia siłę tarcia od oporu ośrodka, • wyznacza kierunek działania siły tarcia i oporu ośrodka w opisanych sytuacjach, • omawia wpływ siły tarcia i oporu ośrodka na ruch ciała.	• omawia warunki powstawania siły tarcia, • wyjaśnia mechanizm powstawania tarcia w oparciu o obraz mikroskopowy, • określa, od czego zależą siła tarcia i siła oporu ośrodka.	• opisuje sposoby zmniejszenia lub zwiększenia siły tarcia i oporu ośrodka, • oblicza wartość siły tarcia, • wskazuje różnice między tarciem statycznym a kinetycznym.	• wnioskuje o wartości tarcia statycznego w opisanej sytuacji, • rozwiązuje zadania związane z ruchem pod działaniem siły tarcia.
Lp.	Temat	Wymagania			

		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
9.	Spadanie ciał	- określa rodzaj ruchu ciała spadającego swobodnie (bez oporów ruchu), - zapisuje wartość przyspieszenia ziemskiego, - wskazuje sytuację, w których można pominąć opór powietrza.	- określa, w jakiej sytuacji ruch spadającego ciała staje się jednostajny, - zapisuje warunek, przy którym ciała spadają ruchem jednostajnym.	- omawia ruch ciała z uwzględnieniem oporu powietrza, odwołując się do II zasady dynamiki, - szacuje prędkości graniczne dla różnych ciał.	- szacuje siłę oporu powietrza z wykresu zależności prędkości od czasu dla ciała spadającego w powietrzu, - szacuje drogę przebytą ruchem przyspieszonym podczas spadania.
10.	Ruch po okręgu	- podaje przykłady ruchu po okręgu, - określa kierunek działania siły wypadkowej w ruchu po okręgu, - definiuje pojęcia prędkości, okresu i promienia okręgu.	- określa siłę będącą siłą dośrodkową we wskazanych sytuacjach, oblicza prędkość ruchu, mając dany promień i okres obiegu, - określa jakościowo zależność siły dośrodkowej od prędkości ciała, jego masy oraz promienia okręgu.	- oblicza wartość siły dośrodkowej, - wskazuje przykłady ruchu po okręgu pod działaniem różnych sił, - opisuje związki między prędkością, promieniem, okresem i częstotliwością.	analizuje ruch po okręgu w sytuacjach, gdy siłą dośrodkową jest wypadkowa kilku sił.
11.	Siły bezwładności	- wskazuje w otoczeniu układy nieinercjalne, - podaje kierunek działania siły bezwładności w opisywanych sytuacjach, - zapisuje, od czego zależy siła bezwładności.	analizuje siły działające na ciało znajdujące się w spoczynku w układzie nieinercyjnym.	- odróżnia układ inercjalny od nieinercyjnego, - rozwiązuje proste zadania w układzie nieinercyjnym.	- analizuje dane zjawisko w układzie inercyjnym i nieinercyjnym, - rozwiązuje trudniejsze zadania obliczeniowe.
	Temat	Wymagania			

Lp.		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
12.	*Zasady dynamiki – przykłady			• tłumaczy w oparciu o zasady dynamiki, dlaczego trudniej jest ruszyć ciało, niż je przesunąć, • omawia warunek spoczynku ciała na równi, analizując siły, • wie, że nacisk na podłoże na równi jest mniejszy od ciężaru, • opisuje związek między kątem nachylenia a przyspieszeniem ciała na równi. • znajduje graficznie siłę wypadkową działającą na ciało znajdujące się na równi, • oblicza przyspieszenie ciała na równi, • wyjaśnia, dlaczego tarcie na stromych stokach jest małe.	• rozwiązuje zadania z równią pochyłą, • wykorzystując równania ruchu i zasady dynamiki.
Energia i jej przemiany					
13.	Zasada zachowania energii	• formułuje treść zasady zachowania energii, • wskazuje przykłady przemian energii w procesach zachodzących w otoczeniu.	• omawia przemiany energetyczne procesów w przyrodzie, • odróżnia układ izolowany energetycznie od nieizolowanego.	□ wyjaśnia przebieg zjawisk, odwołując się do zasady zachowania energii.	• rozwiązuje zadania obliczeniowe, • wyklucza hipotetyczny przebieg zjawiska, odwołując się do zasady zachowania energii.

Lp	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
14.	Praca i moc	określa, kiedy wykonywana jest praca w sensie fizycznym, definiuje pojęcie mocy.	- oblicza pracę, gdy znane są siła i przemieszczenie, - oblicza pracę, gdy znane są czas pracy i moc urządzenia, - określa, w jakich warunkach praca - wykonana przez siłę wynosi zero.	wiąże pracę siły zewnętrznej ze zmianą energii układu, zauważa wpływ sił oporu ruchu na zmianę energii ciała.	- rozwiązuje zadania rachunkowe, - wyznacza siłę działającą na ciało na podstawie analizy przemian energetycznych.
15.	Energia grawitacji i energia kinetyczna	- wskazuje przykłady, w których ciała mają energię kinetyczną i energię potencjalną grawitacji, - podaje, od czego zależy energia kinetyczna i energia potencjalna grawitacji.	oblicza energię kinetyczną i energię potencjalną grawitacji w prostych przykładach.	oblicza pracę siły wykonaną przez siłę jako zmianę energii układu.	rozwiązuje bardziej złożone zadania obliczeniowe.
16.	Zasada zachowania energii mechanicznej	- formułuje zasadę zachowania energii mechanicznej, - opisuje, w jakich warunkach energia mechaniczna jest zachowana, - podaje przykłady zjawisk, w których zachowana jest energia mechaniczna.	- omawia rzuty z punktu widzenia energii mechanicznej, - oblicza energię mechaniczną ciała w zadanej sytuacji.	stosuje zasadę zachowania energii do rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.	rozwiązuje bardziej złożone zadania obliczeniowe.

17.	Energia sprężystości	• klasyfikuje ciała ze względu na własności sprężyste, • podaje przykłady ciał mających energię potencjalną sprężystości.	• określa zależność siły sprężystości od odkształcenia, • podaje przykłady przemian energetycznych z udziałem energii potencjalnej sprężystości, • podaje zastosowania energii potencjalnej sprężystości.	• oblicza siłę sprężystości i energię potencjalną sprężystości, • podaje przykłady obiektów mających energię sprężystości mimo braku widocznego odkształcenia.	☐ rozwiązuje zadania, korzystając z zasady zachowania energii mechanicznej.
Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
18.	Energia mechaniczna w sporcie	☐ wskazuje dyscypliny sportowe, w których osiągi notowane są jako pomiar fizyczny.	• omawia przemiany energetyczne w wybranych dyscyplinach sportowych, • wskazuje rodzaje aktywności wymagającej dużej mocy oraz dużej energii.	☐ szacuje osiągi sportowców w oparciu o zasadę zachowania energii.	☐ wyjaśnia rolę rozbiegu w różnych dyscyplinach sportowych.
Grawitacja i astronomia					
19.	Układ Słoneczny	• opisuje budowę Układu Słonecznego, • określa następstwa ruchu obrotowego i obiegowego Ziemi.	• podaje kolejność planet od Słońca, • określa, co to są komety i meteoryty, • opisuje cechy planet karłowatych.	• opisuje mechanizm powstawania warkocza komety i jego kierunku, • opisuje znaczenie badania meteorytów dla astronomii.	• opisuje miejsca, w których na niebie • należy szukać planet, • wyjaśnia ruch planet na tle gwiazd.

20.	Prawo grawitacji	- formułuje prawo grawitacji (prawo powszechnego ciążenia), - określa siłę grawitacji jako przyczynę krążenia planet wokół Słońca oraz księżyców wokół planet.	- oblicza siłę grawitacji dla danych mas znajdujących się w podanej odległości od siebie, - wiąże siłę grawitacji z siłą ciężkości.	☐ oblicza przyspieszenie grawitacyjne na powierzchni ciał niebieskich, ☐ oblicza masę Ziemi.	☐ rozwiązuje zadania o podwyższonym stopniu trudności.
21.	Satelity. Prędkość orbitalna	- podaje definicję satelity, - określa siłę grawitacji jako przyczynę krążenia satelitów wokół planet, - odróżnia satelity naturalne i sztuczne, - opisuje niektóre zastosowania sztucznych satelitów.	☐ opisuje warunki krążenia satelitów geostacjonarnych.	☐ porównuje prędkości i okresy obiegu satelitów na różnych orbitach.	- oblicza wysokość satelitów geostacjonarnych, - wyprowadza związek między okresem obiegu a promieniem orbity satelitów.

lp	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			

22.	*Wyznaczanie mas planet i gwiazd			• oblicza masę ciała centralnego, korzystając ze wzoru na prędkość orbitalną, • wyjaśnia, dlaczego Ziemia krąży wokół Słońca, a nie odwrotnie, odwołując się do mas obu ciał, • wyprowadza wzór na obliczenie mas ciał niebieskich z prawa grawitacji, • oblicza masę planety mającej satelitę, • oblicza masę, korzystając z wartości przyspieszenia grawitacyjnego na powierzchni planety.	• oblicza masy składników układów • podwójnych krążących wokół środka masy.
23.	Nieważkość i przeciążenie	• wskazuje sytuacje, w których występuje stan nieważkości i przeciążenia, • opisuje różnice między stanem normalnym a nieważkością i przeciążeniem.	• wyjaśnia stan nieważkości i przeciążenia, odwołując się do siły bezwładności, • wymienia skutki zdrowotne przebywania w stanie nieważkości i przeciążenia, □ określa miarę przeciążenia.	☐ oblicza przeciążenie w określonych sytuacjach.	☐ wyjaśnia stan nieważkości i przeciążenia z punktu widzenia układu nieinercyjnego oraz układu inercyjnego.
24.	Budowa Wszechświata	• odróżnia astronomię od astrologii, • określa, czym są gwiazdy, • podaje definicję roku świetlnego jako jednostki odległości. • wyjaśnia, że sfera niebieska wykonuje obrót w ciągu 1 doby i zna tego przyczynę.	• opisuje, czym są gwiazdozbiory, • opisuje, czym jest galaktyka, • opisuje różnicę między galaktyką a mgławicą.	• wie, czym jest zodiak, • przelicza lata świetlne na kilometry i jednostki astronomiczne.	☐ wyjaśnia ruch Słońca i planet na tle gwiazd.

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
25.	Ewolucja Wszechświata	□ opisuje podstawowe fakty dotyczące powstania i ewolucji Wszechświata (moment powstania – Wielki Wybuch, ciągłe rozszerzanie się).	• podaje treść prawa Hubble’a, • podaje dowody obserwacyjne rozszerzania się przestrzeni.	• oblicza odległości do galaktyk i prędkości ucieczki, korzystając z prawa Hubble’a, • opisuje fakt istnienia ciemnej materii i ciemnej energii.	• opisuje fakty obserwacyjne potwierdzające istnienie ciemnej materii, • wiąże stałą Hubble’a z wiekiem Wszechświata.

Wymagania wynikające z podstawy programowej oraz ze zrealizowanych treści zapisanych w drugiej części podręcznika – klasa 2 (1 godz. tygodniowo)

Uwagi ogólne

Wymagania szczegółowe zapisane w podstawie programowej zostały uszczegółowione i podzielone na cztery kategorie: wymagania konieczne, podstawowe, rozszerzone i dopełniające. Taki podział wymagań może ułatwić przygotowanie sprawdzianów i testów sprawdzających poziom wiedzy i umiejętności uczniów. W przypadku podawania przez uczniów treści definicji, praw i zasad ważniejsze jest uchwycenie sensu fizycznego danego prawa niż dosłowne cytowanie jego treści.

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			

Drgania					
1.	Drgania mechaniczne	- określa drgania jako cykliczny ruch wokół położenia równowagi, - podaje definicje okresu, amplitudy oraz częstotliwości drgań.	- odczytuje z wykresu wychylenia od czasu amplitudę oraz okres drgań, - wyznacza częstotliwość drgań na podstawie okresu, - doświadczalnie udowadnia, że okres drgań ciała zawieszonego na sprężynie nie zależy od amplitudy.	☐ wyznacza prędkość ciała w momencie mijania położenia równowagi na podstawie wykresu położenia od czasu.	☐ stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
2.	Siły w ruchu drgającym	- zapisuje zależność między wartością siły sprężystości a odkształceniem, - określa kierunek i zwrot wypadkowej siły w ruchu drgającym.	- opisuje proporcjonalność siły wypadkowej do wychylenia w ruchu harmonicznym, - doświadczalnie sprawdza zależność okresu drgań ciała zawieszonego na sprężynie od jego masy.	korzysta z II zasady dynamiki Newtona w zadaniach dotyczących ruchu drgającego do wyznaczania maksymalnego przyspieszenia.	stosuje do obliczeń wzór na okres drgań ciała zawieszonego na sprężynie.
3.	Energia w ruchu drgającym	- określa rodzaje energii w ruchu drgającym, - opisuje jakościowo przemiany energii w ruchu drgającym.	stosuje zasadę zachowania energii do obliczania energii w ruchu drgającym.	opisuje zależność między energią całkowitą w ruchu drgającym a amplitudą drgań.	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
4.	Wahadło	- opisuje wahadło jako przykład układu wykonującego ruch drgający, - opisuje jakościowo przemiany energii podczas ruchu wahadła.	- określa niezależność okresu drgań wahadła od amplitudy, - opisuje niezależność okresu drgań wahadła od masy.	- jakościowo opisuje siły występujące podczas ruchu wahadła, - określa zależność okresu drgań wahadła od jego długości.	- stosuje do obliczeń wzór na okres drgań wahadła, - stosuje zasadę zachowania energii w zadaniach obliczeniowych dotyczących wahadła.
5.	Drgania tłumione i drgania wymuszone	podaje definicję rezonansu mechanicznego.	demonstruje zjawisko rezonansu mechanicznego.		stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

AUTORZY: Witold Polesiuk, Ludwik Lehman, Grzegorz F. Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
Fale i optyka					
6.	Rodzaje fal	- opisuje mechanizm rozchodzenia się fali mechanicznej, - rozdziela fale płaskie i kołowe, - rozdziela fale poprzeczne i podłużne.	opisuje zależność między częstotliwością drgań źródła fali a częstotliwością fali w ośrodku.	opisuje sposób rozchodzenia się fali podłużnej w ośrodku.	opisuje fale rozchodzące się w wodzie.
7.	Wielkości opisujące fale	- podaje definicje okresu oraz amplitudy drgań, - podaje definicje długości oraz prędkości fali.	- oblicza częstotliwość fali na podstawie znajomości jej okresu, - odczytuje amplitudę oraz długość fali z obrazu fali.	stosuje do obliczeń zależność między długością, częstotliwością oraz prędkością fali.	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
8.	Fale dźwiękowe	- opisuje źródła dźwięków, podaje ich przykłady, - opisuje dźwięk jako falę podłużną.	- opisuje cechy dźwięku, - przedstawia obraz oscyloskopowy fali akustycznej.	- omawia wielkości opisujące dźwięki, - określa poziom natężenia dźwięku w wybranych sytuacjach.	wyjaśnia, czym różni się głośność od poziomu natężenia dźwięku.
9.	Zjawisko Dopplera	opisuje zmiany częstotliwości dźwięku wywołane ruchem źródła dźwięku.	opisuje zmiany częstotliwości dźwięku wywołane ruchem odbiornika.	stosuje wzór na zmianę częstotliwości wywołany efektem Dopplera do obliczeń.	stosuje wzór na zmianę częstotliwości wywołany efektem Dopplera w sytuacjach złożonych.
10.	Dyfrakcja i nakładanie się fal	- podaje definicję dyfrakcji fal, - opisuje wynik nakładania się fal.	- podaje przykłady dyfrakcji fal, - stosuje zasadę superpozycji do wyjaśnienia mechanizmu nakładania się fal, - opisuje zjawisko rozpraszania fal	projektuje doświadczenie ilustrujące zjawisko dyfrakcji fal mechanicznych na szczelinie.	projektuje doświadczenie ilustrujące zjawisko nakładania się fal mechanicznych.

AUTORZY: Witold Polesiuk, Ludwik Lehman, Grzegorz F. Wojewoda

			mechanicznych.		
--	--	--	----------------	--	--

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
11.	Interferencja fal	podaje definicję interferencji fal.	- wyjaśnia mechanizm powstawania interferencji fal z dwóch źródeł, - opisuje falę stojącą.	wyjaśnia mechanizm powstawania fali stojącej.	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
12.	Światło jako fala	- określa światło jako falę elektromagnetyczną, - wymienia różne rodzaje fal elektromagnetycznych.	- opisuje doświadczenie Younga jako potwierdzenie falowej natury światła, - podaje zakres długości fali dla światła oraz wartość prędkości światła w próżni, - demonstruje polaryzację światła w wyniku przejścia przez polaryzatory.	- stosuje do obliczeń zależność między prędkością światła, długością oraz częstotliwością fali, - wyjaśnia mechanizm rozpraszania światła.	- projektuje doświadczenie ilustrujące zjawisko rozpraszania światła, - stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
13.	Odbicie światła	- opisuje zjawisko odbicia, - formułuje prawo odbicia.	- konstruuje obraz w zwierciadle płaskim, - podaje cechy obrazu w zwierciadle płaskim.	opisuje zjawisko polaryzacji przez odbicie.	wiąże zjawisko odbicia z interferencją.
14.	Załamanie światła	- opisuje zjawisko załamania, - definiuje współczynnik załamania ośrodka, - formułuje prawo załamania.	opisuje zmianę długości fali po przejściu do innego ośrodka.	stosuje prawo załamania do opisu zjawisk optycznych.	opisuje bieg światła w ośrodku niejednorodnym.

AUTORZY: Witold Polesiuk, Ludwik Lehman, Grzegorz F. Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
16.	Zjawiska optyczne w atmosferze	☐	☐	☐	☐
Termodynamika					
17.	Cząsteczkowa budowa materii	- opisuje cząsteczkową budowę materii, - podaje definicję energii wewnętrznej, - podaje definicję dyfuzji.	- określa związek temperatury z energią kinetyczną cząsteczek, - omawia różnice w budowie cząsteczkowej gazów, cieczy i ciał stałych, - opisuje charakter sił międzycząsteczkowych.	☐ korzysta z definicji energii wewnętrznej do wyjaśniania zjawisk z otaczającego świata.	☐ charakteryzuje ilościowo rozmiary atomów i cząsteczek.
18.	Rozszerzalność cieplna	- opisuje rozszerzalność objętościową cieczy i gazów, - opisuje rozszerzalność liniową ciał stałych.	☐ wyjaśnia różnice między rozszerzalnością liniową a objętościową.	- stosuje pojęcie rozszerzalności do wyjaśniania zjawisk z otaczającego świata, - oblicza przyrost długości ciała dla zadanego przyrostu temperatury, - projektuje i wykonuje doświadczenia ilustrujące rozszerzalność cieplną.	☐ stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
19.	Przekaz energii w postaci ciepła	- wymienia trzy rodzaje przekazu ciepła między ciałami, - opisuje zastosowanie materiałów izolacyjnych.	- opisuje różnice między trzema - rodzajami przekazu ciepła między ciałami, - stosuje pojęcie stanu równowagi termodynamicznej.	projektuje i wykonuje doświadczenie ilustrujące przewodność cieplną.	opisuje zjawiska atmosferyczne będące ilustracją trzech sposobów przekazu ciepła.
20.	I zasada termodynamiki	- formułuje I zasadę termodynamiki, - odróżnia przekaz energii w postaci ciepła od przekazu energii w postaci pracy.	- podaje, czym jest wartość energetyczna paliwa, - stosuje I zasadę termodynamiki do rozwiązywania typowych problemów i zjawisk z otaczającego świata.	opisuje jakościowo procesy bez wymiany ciepła z otoczeniem.	opisuje praktyczne przykłady zastosowania przemian adiabatycznych gazów.
21.	Ciepło właściwe i bilans cieplny	podaje definicję ciepła właściwego,		- odróżnia pojemność cieplną od ciepła właściwego, - ocenia realność uzyskanych wyników obliczeń.	rozwiązuje zadania o wyższym stopniu trudności.
22.	Topnienie i krzepnięcie	- opisuje zjawiska topnienia i krzepnięcia, - definiuje ciepło topnienia.	- wykorzystuje ciepło topnienia w prostych obliczeniach, - rozróżnia ciała krystaliczne i bezpostaciowe.	- stosuje w obliczeniach wzór na ciepło pobrane (oddane) w procesie topnienia (krzepnięcia), - projektuje doświadczenie ilustrujące	- odróżnia szadź od szronu, - rozwiązuje zadania o wyższym stopniu trudności.

AUTORZY: Witold Polesiuk, Ludwik Lehman, Grzegorz F. Wojewoda

				stałość temperatury podczas topnienia (krzepnięcia).	
--	--	--	--	--	--

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
23.	Parowanie i skraplanie	- opisuje zjawiska parowania i skraplania, - definiuje ciepło parowania, - odróżnia parowanie od wrzenia.	- wykorzystuje ciepło parowania w prostych obliczeniach, - opisuje parowanie jako jeden ze sposobów termoregulacji organizmów.	- stosuje w obliczeniach wzór na ciepło pobrane w procesie parowania, - projektuje doświadczenie ilustrujące stałość temperatury podczas wrzenia.	rozwiązuje zadania o wyższym stopniu trudności.
24.	Bilans cieplny – przykłady				
25.	Własności fizyczne wody	charakteryzuje rozszerzalność cieplną wody.	korzysta z definicji pary nasyconej i nienasyconej.	- podaje definicję wilgotności powietrza, - wyjaśnia zmiany temperatury wrzenia związane ze zmianami ciśnienia.	- stosuje do obliczeń wilgotność względną i bezwzględną, - korzysta z diagramu fazowego wody w zadaniach obliczeniowych.

Wymagania wynikające z podstawy programowej oraz ze zrealizowanych treści zapisanych w trzeciej części podręcznika – klasa 3 (2 godz. tygodniowo)

Uwagi ogólne

Wymagania szczegółowe zapisane w podstawie programowej zostały uszczegółowione i podzielone na cztery kategorie: wymagania konieczne, podstawowe, rozszerzone i dopełniające. Taki podział wymagań może ułatwić przygotowanie sprawdzianów i testów sprawdzających poziom wiedzy i umiejętności uczniów. W przypadku podawania przez uczniów treści definicji, praw i zasad ważniejsze jest uchwycenie sensu fizycznego danego prawa niż dosłowne cytowanie jego treści.

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
Elektrostatyka					
1.	Ładunek elektryczny, przewodniki	☐ podaje definicję ładunku elementarnego, stwierdza, że dwa ładunki tego samego znaku odpychają się, a przeciwnych znaków przyciągają się, wymienia przykłady ciał, które są przewodnikami, stwierdza, że za przepływ	☐ demonstruje elektryzowanie ciał, ☐ stosuje zasadę zachowania ładunku do opisu elektryzowania ciał, stwierdza, że im dalej od siebie znajdują się naelektryzowane ciała, tym mniejszymi siłami działają na siebie,	• wyjaśnia, dlaczego naelektryzowane ciała przyciągają obojętne elektryczne przewodniki, • podaje przykłady elektryzowania ciał w swoim otoczeniu.	☐ ☐ wyjaśnia rolę uziemienia, stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
Lp.	Temat	Wymagania			

		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
		ładunków w metalach odpowiadają elektrony, formułuje zasadę zachowania ładunku. ☐	☐ stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji.		
2.	Izolatory	☐ wymienia przykłady ciał, które są izolatorami, odróżnia izolatory od przewodników. ☐	☐ definiuje pojęcie dipola elektrycznego, podaje przykłady oddziaływań między naelektryzowanymi ciałami, stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji. ☐	☐ stosuje pojęcie dipola elektrycznego do wyjaśnienia przyciągania izolatorów przez naelektryzowane ciała.	☐ stosuje szereg tryboelektryczny do wyjaśnienia elektryzowania izolatorów, stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych. ☐
3.	Siły elektryczne	☐ jakościowo formułuje prawo Coulomba, wykorzystuje III zasadę dynamiki do opisu oddziaływań elektrycznych. ☐	☐ formułuje treść prawa Coulomba, stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji. ☐	☐ wykorzystuje wiedzę na temat sił elektrycznych do opisu oddziaływań między ciałami.	☐ opisuje jakościowo oddziaływanie między dwoma dipolami, stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych. ☐
4.	Pole elektryczne	☐ posługuje się pojęciem pola elektrycznego, rysuje linie pola elektrycznego wokół pojedynczych ładunków, opisuje pole jednorodne. ☐	☐ ilustruje doświadczalnie linie pola elektrycznego, stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji. ☐	☐ określa kierunek i zwrot siły działającej na ładunek elektryczny w oparciu o bieg linii pola elektrycznego, opisuje zachowanie się swobodnego dipola w polu elektrycznym. ☐	☐ stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
5.	Napięcie elektryczne	☐ podaje, czym jest napięcie elektryczne, ☐ używa jednostki napięcia.	☐ posługuje się pojęciem napięcia elektrycznego jako różnicy potencjałów, oblicza pracę pola, jeśli ma dane napięcie i ładunek, stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji.	☐ interpretuje napięcie elektryczne jako różnicę energii ładunku jednostkowego w polu elektrycznym, rozróżnia pracę pola wykonaną podczas przemieszczania ładunku od pracy siły zewnętrznej przesuwałej ładunek w polu elektrycznym.	☐ stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
6.	Przewodnik w polu elektrycznym		☐ stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji.	☐ używa pojęcia napięcia elektrycznego do wyjaśnienia znikania pola elektrycznego wewnątrz przewodnika, wyjaśnia, czym jest napięcie między przewodnikami.	☐ stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
7.	Kondensator	☐ określa kondensator jako urządzenie gromadzące energię elektryczną.	☐ opisuje mechanizm ładowania kondensatorów, stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji.	☐ charakteryzuje kondensator poprzez jego pojemność, demonstrowuje przekaz energii podczas	☐ podaje praktyczne przykłady zastosowania kondensatorów o bardzo dużej pojemności, stosuje

				rozładowania kondensatora.	poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
8.	Zjawiska elektryczne w atmosferze	☐ wymienia zagrożenia wynikające z wyładowań atmosferycznych.	☐ opisuje sposoby zabezpieczeń przed skutkami wyładowań.	- charakteryzuje pole elektryczne wokół Ziemi, - wyjaśnia mechanizm powstawania chmury burzowej.	☐ jakościowo opisuje mechanizm powstawania wyładowania atmosferycznego.
Prąd elektryczny					

9.	Obwód prądu elektrycznego	☐ opisuje przepływ prądu w obwodach jako ruch elektronów swobodnych albo jonów w przewodnikach, ☐ wymienia niezbędne elementy obwodu elektrycznego, ☐ podaje definicję natężenia prądu wraz z jednostką, ☐ posługuje się pojęciem napięcia elektrycznego wraz z jednostką.	☐ wskazuje amperomierz jako urządzenie do mierzenia natężenia prądu, używa symboli elektrycznych do rysowania schematów obwodów, ☐ demonstrowuje podłączenie amperomierza w obwodzie prądu stałego, opisuje zasadę dodawania napięć w układzie ogniw połączonych szeregowo, ☐ stosuje do obliczeń związek między natężeniem prądu a ładunkiem i czasem jego przepływu przez przekrój poprzeczny przewodnika.	• wyjaśnia rolę ogniwa (baterii) w obwodzie, • bada doświadczalnie dodawanie napięć w układzie ogniw połączonych szeregowo.	☐ opisuje związek dodawania napięć ogniw z zasadą zachowania energii, stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			

10.	Opór elektryczny	☐ posługuje się pojęciem oporu elektrycznego jako właściwością przewodnika, ☐ podaje jednostkę oporu elektrycznego, określa, czym jest opornik i jaką funkcję pełni w obwodzie.	☐ wskazuje woltomierz jako urządzenie do mierzenia napięcia, rysuje schemat obwodu do wyznaczenia oporu elektrycznego przewodnika, zapisuje prawo Ohma, stosuje do obliczeń proporcjonalność natężenia prądu stałego do napięcia dla przewodników.	☐ wyjaśnia, na czym polegają ograniczenia w stosowalności prawa Ohma.	☐ wyjaśnia, dlaczego można pominąć napięcia na przewodach zasilających odbiorniki, stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
11.	Prąd jako nośnik energii elektrycznej	☐ wskazuje kierunek transportu energii za pomocą prądu (od źródła do odbiornika), ☐ posługuje się pojęciem mocy prądu elektrycznego wraz z jednostką, odczytuje z licznika zużytą energię elektryczną, przelicza energię elektryczną wyrażoną w kilowatogodzinach na dżule i odwrotnie.	☐ wyróżnia formy energii, na jakie jest zamieniana energia elektryczna, wskazuje źródła energii elektrycznej i jej odbiorniki.	- wyprowadza wzór na energię elektryczną, - stosuje do obliczeń przemiany energii w obwodach prądu stałego.	☐ stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
12.	Obwody elektryczne	☐ podaje przykład obwodu rozgałęzionego,	☐ stosuje I prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania	☐ planuje i wykonuje doświadczenia ilustrujące	☐ stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
	rozgałęzione	podaje treść I prawa Kirchhoffa.	ładunku, - rysuje schemat obwodu rozgałęzionego, - oblicza natężenia prądów w obwodach rozgałęzionych.	I prawo Kirchhoffa.	
13.	Domowa sieć elektryczna	•	•	•	•
Elektromagnetyzm					
14.	Pole magnetyczne	- nazywa bieguny magnesów stałych, - opisuje oddziaływanie między magnesami, - posługuje się pojęciem pola magnetycznego.	- rysuje linie pola magnetycznego w pobliżu magnesów stałych, - zna jednostkę indukcji magnetycznej.	opisuje zachowanie ferromagnetyków w polu magnetycznym.	- dokonuje pomiaru indukcji magnetycznej za pomocą smartfona, - stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
15.	Pole magnetyczne prądu elektrycznego	- rysuje linie pola magnetycznego w pobliżu zwojnicy z prądem, - opisuje budowę i działanie elektromagnesu, - opisuje wzajemne oddziaływanie elektromagnesów i magnesów.	- rysuje linie pola magnetycznego w pobliżu prostoliniowego przewodu z prądem, - opisuje jakościowo zależność indukcji magnetycznej w zależności od odległości od przewodu,	- demonstruje linie pola magnetycznego wokół przewodów z prądem, - przewiduje zachowanie się igły magnetycznej w obecności przewodów z prądem, - opisuje zależność indukcji	- stosuje do obliczeń zależność indukcji magnetycznej od natężenia prądu oraz odległości od przewodu, - stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

AUTORZY: Ludwik Lehman, Witold Polesiuk, Grzegorz Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
			☐ opisuje zachowanie się igły magnetycznej w otoczeniu prostoliniowego przewodu z prądem.	magnetycznej w zależności od odległości od przewodu.	
16.	Przewód z prądem w polu magnetycznym	☐ opisuje jakościowo oddziaływanie pola magnetycznego na przewody z prądem.	☐ wie, że kierunek siły działającej na przewód z prądem w polu magnetycznym jest prostopadły do linii pola magnetycznego, wskazuje oddziaływanie magnetyczne jako podstawę działania silników elektrycznych.	- wyznacza kierunek siły działającej na przewód z prądem w polu magnetycznym, - demonstruje działanie pola magnetycznego na przewód z prądem.	☐ stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
17.	Ładunek elektryczny w polu magnetycznym	☐ opisuje jakościowo oddziaływanie pola magnetycznego na poruszające się cząstki naładowane.	☐ wie, że kierunek siły działającej na cząstkę poruszającą się w polu magnetycznym jest prostopadły do linii pola magnetycznego, wskazuje przykłady zastosowania działania pola magnetycznego na poruszające się ładunki.	- wyznacza kierunek siły działającej na cząstkę poruszającą się w polu magnetycznym, - opisuje ruch ładunku w polu magnetycznym, - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania problemów.	☐ projektuje kształt linii pola pułapki magnetycznej, ☐ stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
18.	Pole magnetyczne Ziemi	☐ charakteryzuje pole magnetyczne wokół Ziemi.	☐	☐ opisuje oddziaływanie magnetosfery z wiatrem słonecznym.	☐ wyjaśnia wpływ wiatru słonecznego na kształt magnetosfery, ☐ stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
19.	Indukcja elektromagnetyczna. Część 1.	☐ stwierdza, że w wyniku ruchu przewodu w polu magnetycznym powstaje w nim prąd elektryczny.	☐ demonstruje powstawanie prądu indukcyjnego w przewodzie w wyniku jego ruchu w polu magnetycznym.	☐ wiąże powstawanie prądu elektrycznego z działaniem siły Lorentza na poruszający się ładunek elektryczny.	☐ określa kierunek prądu indukcyjnego.
20.	Indukcja elektromagnetyczna. Część 2.	☐ stwierdza, że prąd indukcyjny powstaje również w wyniku zmian pola magnetycznego elektromagnesu.	☐ demonstruje powstawanie prądu indukcyjnego w przewodzie w wyniku zmian pola magnetycznego wokół elektromagnesu, opisuje jakościowo mechanizm powstawania fal elektromagnetycznych.	☐ wyjaśnia przebieg doświadczenia 1 opisanego w rozdziale.	☐ opisuje polaryzację fali elektromagnetycznej.
21.	Prądnica	☐ stwierdza, że do wytwarzania prądu elektrycznego w prądnicie wykorzystuje się zjawisko indukcji elektromagnetycznej.	☐ opisuje przemiany energii podczas działania prądnicy.	☐ opisuje zależność napięcia powstającego na zaciskach prądnicy od czasu.	☐ opisuje wykorzystanie prądnic do rekuperacji energii.

22.	Prąd przemienny	☐ opisuje prąd przemienny jako prąd zmieniający kierunek	☐ opisuje cechy prądu przemiennego,	☐ odróżnia chwilową moc prądu przemiennego od	☐ stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
		przepływu.	☐ odczytuje dane znamionowe urządzeń elektrycznych.	średniej, ☐ odróżnia napięcie skuteczne od maksymalnego.	
23.	Transformator, sieci energetyczne	☐	☐	☐	☐ stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
Fizyka atomowa					
24.	Promieniowanie elektromagnetyczne	☐ określa, czym są fale elektromagnetyczne, wymienia zakresy widma fal elektromagnetycznych. ☐	☐ opisuje zastosowania poszczególnych zakresów fal elektromagnetycznych, ☐ zapisuje zależność między długością i częstotliwością fali.	☐ wymienia podstawowe właściwości poszczególnych zakresów fal elektromagnetycznych.	☐ stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
25.	Widmo promieniowania	☐ analizuje na wybranych przykładach promieniowanie termiczne ciał.	☐ odróżnia widmo absorpcyjne od emisyjnego, ☐ opisuje jakościowo pochodzenie widm emisyjnych i absorpcyjnych gazów.	☐	☐ stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

26.	Korpuskularna natura promieniowania	☐ posługuje się pojęciem fotonu jako najmniejszej porcji energii fali elektromagnetycznej.	☐ opisuje dualizm korpuskularno-falowy światła, ☐ wyjaśnia pojęcie fotonu oraz	☐ stosuje pojęcie fotonu do opisu rozpraszania światła.	☐ stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
-----	-------------------------------------	---	---	--	---

AUTORZY: Ludwik Lehman, Witold Polesiuk, Grzegorz Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
			jego energii, ☐ oblicza energię fotonu, jeśli zna częstotliwość promieniowania.		
27.	Budowa i promieniowanie atomów	☐ zna części składowe atomów, ☐ posługuje się pojęciem poziomu energetycznego elektronu w atomie, odróżnia atomy od jonów. ☐	☐ rozróżnia stan podstawowy i stany wzbudzone elektronu w atomie, ☐ oblicza energię wyemitowanego (pochłoniętego) fotonu, jeśli zna energie stanów atomu, wyjaśnia, na czym polega jonizacja atomów. ☐	☐ oblicza długość fali promieniowania emitowanego przez atom o danych poziomach energetycznych.	☐ stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

28.	*Przewodniki, izolatory i półprzewodniki			- na podstawie modelu pasmowego odróżnia półprzewodniki typu p oraz typu n, - wiąże pasma energetyczne z poziomami energetycznymi w atomach, - stosuje model pasmowy do rozróżnienia przewodników, półprzewodników oraz izolatorów.	☐ wyjaśnia, na czym polega zakaz Pauliego w atomach.
Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
29.	Dioda	☐ opisuje diodę półprzewodnikową jako element obwodu przewodzący prąd w jednym kierunku oraz jako źródło światła.	☐ opisuje diodę półprzewodnikową jako złącze dwóch rodzajów półprzewodników.	☐ wyjaśnia świecenie diody z odwołaniem się do poziomów energetycznych atomów półprzewodnika.	☐ demonstruje rolę diody jako elementu składowego prostowników, ☐ wyjaśnia przewodzenie diody w jedną stronę w oparciu o poziomy energetyczne, ☐ wyjaśnia powstawanie napięcie progowego złącza p-n,

					☐ stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
30.	Tranzystor	☐	☐	☐	☐
31.	Fotoefekty	☐ opisuje zjawisko fotoelektryczne jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej, wyróżnia zjawiska ☐	☐ opisuje jakościowo zjawisko fotochemiczne, podaje przykłady tego zjawiska, ☐ definiuje częstotliwość graniczną zjawiska fotoelektrycznego,	• analizuje zjawisko fotoelektryczne wewnętrzne, • stosuje model pasmowy półprzewodników do opisu diody jako źródła	☐ stosuje model pasmowy półprzewodników do opisu działania fotoogniwa.
Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
		fotoelektryczne zewnętrzne oraz wewnętrzne.	☐ podaje przykłady fotoelementów, opisuje przemiany energii w fotoogniwach. ☐	światła, ☐ wskazuje podobieństwa i różnice w działaniu diody LED i fotoogniwa.	
Fizyka jądrowa					
32.	Budowa jądra atomowego	☐ wymienia składniki jądra atomowego, posługuje się pojęciami: pierwiastek, jądro atomowe, izotop, proton, neutron, elektron.	☐ opisuje skład jądra atomowego na podstawie liczby masowej i liczby atomowej.	☐ charakteryzuje siły jądrowe jako najsilniejsze oddziaływanie w przyrodzie.	☐ szacuje gęstość materii jądrowej, stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

33.	Promieniowanie jądrowe	☐ wymienia rodzaje promieniowania jądrowego, ☐ określa, czym jest promieniotwórczość, określa promieniowanie jądrowe jako jonizujące.	☐ opisuje właściwości poszczególnych rodzajów promieniowania jądrowego.	• zapisuje reakcje poszczególnych rodzajów promieniowania jądrowego, • stosuje zasadę zachowania ładunku elektrycznego i liczby nukleonów do zapisu reakcji.	☐ określa przenikliwość poszczególnych rodzajów promieniowania w powiązaniu ze zdolnością do jonizacji materii, ☐ stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
34.	Prawo rozpadu promieniotwórczego	☐ stwierdza, że liczba jąder izotopu promieniotwórczego w próbce maleje z upływem czasu,	☐ odczytuje czas połowicznego rozpadu na podstawie wykresu zależności liczby jąder izotopu	☐ sporządza wykres zależności liczby jąder izotopu promieniotwórczego od	☐ szacuje zawartość izotopu promieniotwórczego w próbce w oparciu o prawo rozpadu,
Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
		☐ definiuje pojęcie czasu połowicznego rozpadu.	promieniotwórczego od czasu.	czasu na podstawie informacji o czasie połowicznego rozpadu, ☐ wiąże aktywność próbki preparatu promieniotwórczego z czasem połowicznego rozpadu.	☐ stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

35.	Wpływ promieniowania jądrowego na organizmy	☐ określa, czym jest promieniowanie tła, ma świadomość wszechobecności promieniowania jonizującego.	☐ wskazuje wpływ promieniowania jonizującego na organizmy, opisuje skutki pochłonięcia zbyt dużych dawek promieniowania jonizującego.	- opisuje wpływ promieniowania na organizmy z uwzględnieniem przenikliwości danego promieniowania, - posługuje się pojęciem dawki równoważnej.	☐ stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
36.	Zastosowanie izotopów promieniotwórczych	☐	☐	☐	☐
37.	Energia wiązania	☐ posługuje się pojęciem energii wiązania.	☐ odczytuje energię wiązania z wykresu zależności energii wiązania na nukleon od liczby masowej.	- oblicza energię wiązania dla dowolnego izotopu, - analizuje reakcje jądrowe pod względem energetycznym.	☐ porównuje energię wiązania jądra z energią jonizacji atomów, wyjaśnia zmniejszanie się energii wiązania na
Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
					nukleon wraz ze wzrostem liczby masowej dla ciężkich izotopów.
38.	Deficyt masy	☐ posługuje się pojęciem deficytu masy.	☐ stwierdza fakt, że jądro atomowe jest lżejsze od sumy mas jego składników, wiąże jakościowo deficyt masy z energią wiązania jądra.	☐ oblicza deficyt masy dla dowolnego izotopu, oblicza deficyt masy z energii wiązania jądra i odwrotnie.	☐ wiąże masę ciała z jego energią spoczynkową, stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

39.	Rozszczepienie jąder ciężkich	☐ opisuje reakcję rozszczepienia jądra atomowego, stwierdza fakt, że podczas rozszczepienia jądra atomowego wydzielana jest energia.	☐ odróżnia izotopy rozszczepialne od promieniotwórczych, ☐ zapisuje reakcje jądrowe z zastosowaniem zasady zachowania liczby nukleonów i zasady zachowania ładunku.	☐ podaje warunki zajścia reakcji łańcuchowej, ☐ szacuje energię wydzieloną podczas rozszczepienia na podstawie analizy wykresu zależności energii wiązania na nukleon od liczby masowej.	☐ wyjaśnia, dlaczego w złożach uranu nie zachodzi reakcja łańcuchowa, stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
40.	Reaktor jądrowy	☐ opisuje reaktor jądrowy jako miejsce, w którym zachodzą kontrolowane reakcje rozszczepienia jąder atomowych.	☐ opisuje zasadę działania reaktora jądrowego, odróżnia rolę, jakie odgrywają w reaktorze moderatory oraz pręty kontrolne.	☐ opisuje proces przygotowania paliwa do reaktorów jądrowych, ☐ opisuje sposób odbioru energii z reaktora.	☐ stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych, wyjaśnia znaczenie izotopu ^{238}U w paliwie do reaktorów.
Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
41.	Energetyka jądrowa	☐	☐		☐
42.	Synteza jądrowa	☐ wie, że podczas łączenia lekkich jąder wydzielana jest energia.	☐ opisuje reakcję termojądrową przemiany wodoru w hel zachodzącą w gwiazdach, ☐ omawia warunki zajścia reakcji syntezy.	☐ szacuje energię wydzieloną podczas syntezy jądrowej na podstawie analizy wykresu zależności energii wiązania na nukleon od liczby masowej.	☐ stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych, opisuje sposób utrzymywania plazmy w reaktorach termojądrowych.

43.	Ewolucja gwiazd	☐ wie, że Słońce jest typową gwiazdą, wie, że źródłem energii Słońca są reakcje termojądrowe w jego jądrze.	☐	☐	☐
44.	Supernowe i czarne dziury	☐	☐	☐	☐

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
Dział 18. Dualna natura promieniowania i materii				
1–3. Fale elektromagnetyczne	- omówić widmo fal elektromagnetycznych, - podać źródła i zastosowania wybranych zakresów widma	☐ podać definicję fali elektromagnetycznej	☐ omówić doświadczenie Hertza	☐ przygotować prezentację na temat oddziaływania promieniowania elektromagnetycznego na organizmy
Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:

3. Doświadczenie Younga. Światło jako fala elektromagnetyczna	• wyjaśnić powstawanie prążków interferencyjnych w doświadczeniu Younga, • wyjaśnić historyczne znaczenie doświadczenia Younga	• obserwować zjawisko dyfrakcji i interferencji światła oraz opisać obrazy otrzymane na ekranie, • na podstawie opisu w podręczniku wyprowadzić związek między długością fali, odległością sąsiednich prążków na ekranie, wzajemną odległością szczelin i odległością szczelin od ekranu	☐ wyjaśnić pojęcie spójności fal	
Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:

4–5. Dyfrakcja i interferencja światła	- opisać i objaśnić obraz powstający po przejściu światła przez siatkę dyfrakcyjną - wymienić obserwowalne skutki interferencji światła odbitego od dwóch powierzchni cienkiej warstwy	- podać warunki maksymalnego wzmocnienia i całkowitego wygaszenia fal - sporządzić rysunek przedstawiający odbicie światła od dwóch powierzchni cienkiej warstwy	- zastosować do obliczeń warunki maksymalnego wzmocnienia i całkowitego wygaszenia fal, - porównać obrazy otrzymane na ekranie po przejściu przez siatkę dyfrakcyjną światła monochromatycznego i światła białego - wyjaśnić przyczynę powstawania efektów świetlnych spowodowanych interferencją światła odbitego od dwóch powierzchni cienkiej warstwy	- wyprowadzić i skomentować warunki maksymalnego wzmocnienia i całkowitego wygaszenia światła przechodzącego przez siatkę dyfrakcyjną, - opisać metodę wyznaczania długości fali świetlnej za pomocą siatki dyfrakcyjnej - wyprowadzić wzory na powstawanie obszarów jasnych i ciemnych, - obliczyć długość fali, dla której w wyniku interferencji światła odbitego od dwóch powierzchni cienkiej warstwy zachodzi maksymalne wzmocnienie lub całkowite wygaszenie
Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:

6–7. Dyfrakcja światła na szczelinie	□ zaobserwować i objaśnić obraz powstający po przejściu światła przez szczelinę	□ podać i nazwać wielkości występujące we wzorach na kąt ugięcia, pod którym widzimy pierwszy ciemny prążek, w przypadku szczeliny i kolistego otwora	• interpretować warunek na pierwsze minimum, czyli związek kąta ugięcia z szerokością szczeliny i długością fali padającej na szczelinę oraz – w przypadku kolistego otwora – z jego średnicą i długością fali padającej na otworek • analizować obrazy dyfrakcyjne obiektów znajdujących się w różnych odległościach od siebie, • podać warunek rozróżnialności obiektów jako oddzielnych	• analizować zdolność rozdzielczą siatki dyfrakcyjnej, • uzasadnić stwierdzenie, że im większy rząd widma uzyskanego za pomocą siatki dyfrakcyjnej, tym większa jest zdolność rozdzielcza siatki
Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:

8–10. Polaryzacja światła	• obserwować zmiany natężenia światła po przejściu przez dwa polaryzatory, których osie polaryzacji tworzą różne kąty • wymienić praktyczne zastosowania zjawiska polaryzacji	• zademonstrować zjawisko polaryzacji przez podwójne załamanie i przez odbicie, • podać przykład naturalnego polaryzatora	• opisać światło jako falę elektromagnetyczną poprzeczną, • wyjaśnić zjawisko polaryzacji światła, • opisać jakościowo zjawisko polaryzacji przez odbicie,	• zapisać i objaśnić prawo Malusa, • przeanalizować i opisać matematycznie skutek przejścia światła przez kilka polaryzatorów umieszczonych na wspólnej osi, • wyjaśnić zasadę działania kina 3D
temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
11–14. Zjawisko fotoelektryczne	• obserwować i objaśnić zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne, • posługiwać się pojęciem kwantu energii – fotonu, • wymienić praktyczne zastosowania fotokomórki	• wyjaśnić pojęcie pracy wyjścia elektronu z metalu, • sformułować warunek zajścia efektu fotoelektrycznego dla metalu o pracy wyjścia W, • uzasadnić pogląd, że światło ma naturę dualną, • zapisać i objaśnić zasadę zachowania energii w zjawisku fotoelektrycznym	• przeprowadzić rozumowanie dowodzące, że maksymalna energia kinetyczna fotoelektronów zależy od częstotliwości promieniowania wywołującego zjawisko fotoelektryczne i nie zależy od natężenia tego promieniowania,	• sporządzić wykres zależności natężenia I prądu płynącego przez fotokomórkę od napięcia U między anodą i katodą, oświetlaną kolejno światłem o różnych natężeniach, • sporządzać wykresy zależności $I(U)$ dla promieniowania o takim samym natężeniu, ale o różnych częstotliwościach,

			• przeprowadzić rozumowanie dowodzące, że liczba fotoelektronów zależy od natężenia promieniowania, • analizować wykresy dotyczące zależności wielkości fizycznych opisujących zjawisko fotoelektryczne, • omówić teorię Einsteina wyjaśniającą zjawisko fotoelektryczne	• sporządzać wykresy zależności maksymalnej energii kinetycznej od częstotliwości promieniowania dla różnych metali, • wyznaczyć pracę wyjścia i stałą Plancka na podstawie wykresu zależności napięcia hamowania od częstotliwości i oszacować niepewności pomiarowe
Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:

15–17. Promieniowanie ciał. Widma	- rozróżnić widmo ciągłe i widmo liniowe, - wyjaśnić różnice między widmem emisyjnym i absorpcyjnym, - opisać widmo promieniowania ciał stałych i cieczy, - wyjaśnić, jak powstają linie Fraunhofera w widmie słonecznym	- opisać metodę analizy widmowej i podać przykłady jej zastosowania, - obserwować i opisać widma gazów jednoatomowych oraz par pierwiastków, otrzymane za pomocą siatki dyfrakcyjnej, - opisać jakościowo zależność natężenia promieniowania ciała od temperatury, - opisać jakościowo zależność długości fali emitowanej przez ciało od temperatury tego ciała	- sformułować i wyjaśnić hipotezę Maxa Plancka, - wyjaśnić pojęcie ciała doskonale czarnego, - obliczyć różnice energii między poziomami energetycznymi w atomie wodoru	- zapisać i objaśnić prawo Stefana–Boltzmann’a i prawo Wiena, - opisać szczegółowo widmo atomu wodoru i objaśnić wzór Rydberga (serie widmowe)
Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:

18–20. Model Bohra budowy atomu wodoru	• wyjaśnić, co to znaczy, że promienie orbit i energia atomu wodoru są skwantowane, • opisać atom wodoru według teorii Bohra i wskazać, że energia atomu, w którym elektron znajduje się na wyższej orbicie, jest większa, • wyjaśnić skutki absorpcji i emisji kwantu energii przez atom wodoru, • wyjaśnić zjawisko jonizacji atomu	• sformułować i zapisać postulaty Bohra, • obliczyć całkowitą energię atomu wodoru, • wyjaśnić, co to znaczy, że energia jest skwantowana, • skorzystać z modelu Bohra i wyjaśnić, jak powstają serie widmowe, • opisać światło laserowe jako spójne i monochromatyczne	• wyjaśnić, dlaczego nie można wytłumaczyć powstawania liniowego widma atomu wodoru na gruncie fizyki klasycznej, • wyjaśnić, dlaczego model Bohra atomu wodoru był modelem rewolucyjnym i jest do dziś stosowany do intuicyjnego wyjaśniania niektórych wyników doświadczalnych, • interpretować linie widmowe jako skutek przejść między poziomami energetycznymi w atomach z emisją lub absorpcją kwantu światła, • rozróżnić stan podstawowy i stany wzbudzone atomu, • stosować zasady zachowania energii i pędu do opisu emisji i absorpcji fotonu przez swobodne atomy, • opisać odrzut atomu emitującego foton; porównać	• wyjaśnić, dlaczego bez dodatkowych założeń (bez postulatów Bohra) atom zbudowany zgodnie z modelem Bohra nie mógłby istnieć, • wyprowadzić wzór na serie widmowe na podstawie teorii Bohra budowy atomu wodoru, • opisać zasadę działania żarła słonecznego
---	--	---	---	---

			energię odrzutu atomu z energią emitowanego fotonu	
--	--	--	---	--

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
21–23. Promieniowanie rentgenowskie	- opisać właściwości promieni X, - wymienić przykłady zastosowania promieniowania rentgenowskiego	- opisać widmo promieniowania rentgenowskiego, - uzasadnić pogląd, że promieniowanie rentgenowskie ma naturę dualną	- wyjaśnić sposób powstawania promieniowania rentgenowskiego o widmie ciągłym i widmie liniowym, - wyprowadzić wzór na $\lambda_{\min}$, - posługiwać się wzorem Bragga, - interpretować zjawiska jonizacji i fotoelektryczne jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej	- omówić zjawisko Comptona i uzasadnić fakt, że jego wyjaśnienie wymaga przyjęcia założenia o korpuskularnej naturze promieniowania rentgenowskiego, - przygotować prezentację na temat zastosowań promieniowania rentgenowskiego
Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:

24. Fale materii	- wypowiedzieć hipotezę de Broglie'a i objaśnić wzór na długość fali materii, - wyjaśnić, dlaczego nie obserwuje się fal materii dla obiektów makroskopowych	- obliczyć długość fali de Broglie'a dla elektronu o podanej energii kinetycznej, - wyrazić pogląd, że idea powszechności dualizmu korpuskularno-falowego w przyrodzie jest słuszna, i podać na to przykłady	☐ omówić wyniki doświadczenia Davissona i Germera (rozpraszanie elektronów na kryształach) jako eksperymentalny dowód na falowe właściwości cząstek	☐ przygotować prezentację na temat zastosowania falowych właściwości cząstek (badanie kryształów, mikroskop elektronowy)
Dział 19. Elementy szczególnej teorii względności				
Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:

1–3. Szybkość światła w różnych inercjalnych układach odniesieni	- opisać różnice między poglądami Galileusza i Einsteina na upływ czasu mierzonego w różnych układach inercjalnych, - przeanalizować doświadczenie myślowe uzasadniające względność jednoczesności oraz równoczesność zdarzeń w mechanice klasycznej i ich niejednoczesność w mechanice relatywistycznej - wyjaśnić, dlaczego opis zjawiska Dopplera dla fal elektromagnetycznych różni się od opisu tego zjawiska dla fal mechanicznych, - podać i objaśnić wzór przybliżony na częstotliwość odbieranej fali elektromagnetycznej, - wymienić przykłady praktycznego wykorzystania zjawiska Dopplera dla fal elektromagnetycznych	- wypowiedzieć i zinterpretować postulaty Einsteina, - wyjaśnić pojęcie czasoprzestrzeni - interpretować wzór przybliżony w przypadkach zbliżania oraz oddalania się źródła i odbiornika fal elektromagnetycznych	- uzasadnić względność jednoczesności jako konsekwencję faktu, że prędkość światła w próżni we wszystkich inercjalnych układach odniesienia ma taką samą, skończoną wartość c - wyjaśnić, dlaczego do wyprowadzenia wzoru na odbieraną częstotliwość fali elektromagnetycznej należy stosować teorię względności, - podać i objaśnić wzory dotyczące zjawiska Dopplera, stosowane w obserwacjach astronomicznych	□ podać dokładny wzór na częstotliwość odbieranej fali elektromagnetycznej i przekształcić go do wzoru przybliżonego, objaśnić wpływ termicznego ruchu cząsteczek na szerokość linii widmowych
---	--	---	---	---

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
4. Maksymalna szybkość przekazu informacji	• przytoczyć opis doświadczenia, którego wynik stanowi dowód na to, że szybkość przekazu energii i informacji nie może przekroczyć c, • wyjaśnić, dlaczego fakt, że szybkość nie może przekroczyć c, dowodzi ograniczonej stosowności mechaniki Newtona, • wyjaśnić, dlaczego nie każde zjawisko wcześniejsze może być przyczyną zjawiska późniejszego	☐ opisać znaczenie skończonej wartości prędkości światła w badaniach kosmologicznych	• przytoczyć rozumowanie prowadzące do uzyskania warunku wystąpienia związku przyczynowego między zjawiskami, • wypowiedzieć zasadę przyczynowości i podać jej ograniczenie	☐ podać przykład opisu ruchu dwóch obiektów, w którym konieczne jest zastosowanie relatywistycznego prawa składania prędkości

5–6. Pęd relatywistyczny		□ podać i objaśnić definicję pędu relatywistycznego	- sporządzić i objaśnić wykres zależności pędu relatywistycznego od szybkości ciała, - opisać ruch naładowanej cząstki w polu magnetycznym	- wyprowadzić i objaśnić związek siły działającej na ciało z szybkością zmiany jego pędu, - wyjaśnić, dlaczego zwrot siły nie jest na ogół zgodny ze zwrotem przyspieszenia
Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
7–8. Masa i energia w fizyce relatywistycznej	- podać i objaśnić wzór relatywistyczny na energię kinetyczną, - podać, że w układzie, w którym ciało spoczywa, ma ono energię $E = mc^2$, zwaną energią spoczynkową, - wyrazić pogląd, że masa ciała jest jego wielkością charakterystyczną, jednakową w każdym układzie odniesienia	- interpretować wykres zależności relatywistycznej energii kinetycznej od szybkości obiektu, - zapisać i skomentować wyrażenie na całkowitą energię ciała swobodnego, - wyrazić pogląd, że w zjawiskach mikroskopowych całkowita energia jest zachowana	- wyprowadzić wzór na całkowitą relatywistyczną energię ciała, - wyjaśnić równoważność masy i energii spoczynkowej cząstki, czyli zinterpretować wzór $E_s = mc^2$, - wyjaśnić, dlaczego w zjawiskach zachodzących w świecie ciał makroskopowych nie bierzemy pod uwagę składnika mc^2	- przeprowadzić rozumowanie i obliczenia dowodzące, że dla małych szybkości relatywistyczny wzór na energię kinetyczną przechodzi we wzór klasyczny, - podać relację między energią kinetyczną i całkowitą cząstki a jej energią spoczynkową

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
9. Związek między energią i pędem cząstki. Energia i masa układu cząstek		• zapisać i objaśnić związek między energią całkowitą a wartościami pędu i prędkości cząstki, • zapisać i objaśnić związek między energią całkowitą cząstki a wartością jej pędu i masą, • wyrazić i zinterpretować pogląd, że masa układu cząstek wzajemnie oddziałujących jest mniejsza od sumy mas tych cząstek	• wykazać, że masa pojedynczego fotonu jest równa zero, • wykazać, że układ fotonów może mieć masę różną od zera, • opisać ruch relatywistycznej cząstki naładowanej, $p = \frac{h}{\lambda}$ • wykazać, że pęd fotonu ma wartość	• wyprowadzić związek między energią całkowitą cząstki a wartościami jej pędu i prędkości, • wyprowadzić związek między energią całkowitą, a wartością pędu i masą cząstki

Dział 20. Fizyka jądrowa

1. Promieniowanie jądrowe i jego właściwości	- opisać samorzutną emisję promieniowania przez niektóre pierwiastki, - wymienić rodzaje promieniowania jądrowego i podać ich główne właściwości	☐ opisać szczegółowo właściwości każdego rodzaju promieniowania jądrowego	☐ przygotować prezentację na temat historii odkrycia promieniotwórczości i roli Marii Skłodowskiej-Curie	☐ opisać niektóre metody badania właściwości promieniowania jądrowego
Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
2. Jądro atomowe i jego budowa	☐ podać i scharakteryzować składniki jądra atomowego	- zdefiniować liczbę masową i liczbę atomową (porządkową) pierwiastka, - opisać właściwości sił jądrowych	☐ opisać doświadczenie Rutherforda i wyjaśnić znaczenie jego wyników	☐ przygotować prezentację na temat kwarków i leptonów – najmniejszych składników materii

3. Rozpady promieniotwórcze	• wyjaśnić, czym różnią się od siebie izotopy, i podać przykłady izotopów wybranego pierwiastka, • wyjaśnić, na czym polega rozpad promieniotwórczy	• podać równania reakcji rozpadów alfa, beta plus i beta minus, • podać ładunek i masę pozytonu, • wyjaśnić pojęcia cząstki i antycząstki	• przeanalizować, jak zmieniają się jądra pierwiastków po rozpadach promieniotwórczych, • wyjaśnić rolę neutrina lub antyneutrina w reakcjach rozpadów, □ sformułować regułę Soddiego i Fajansa, • podać przykład rozpadu z emisją promieniowania gamma	□ wyjaśnić pojęcie szeregu promieniotwórczego i omówić jeden z nich
Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:

4–5. Prawo rozpadu promieniotwórczego	• zapisać i objaśnić prawo rozpadu promieniotwórczego, • zdefiniować pojęcie czasu połowicznego rozpadu, • przytoczyć kilka przykładowych czasów połowicznego rozpadu, • wyjaśnić zagrożenia wynikające z bardzo długiego czasu połowicznego rozpadu niektórych izotopów	• wyjaśnić pojęcie stałej rozpadu λ i • zdefiniować pojęcie aktywności źródła i podać jej jednostkę, A • wyjaśnić, co to znaczy, że rozpad promieniotwórczy ma charakter statystyczny	• zinterpretować wykres $N(t)$ zależności liczby jąder danego izotopu w próbce od czasu, • korzystać ze związku między stałą rozpadu λ i czasem połowicznego rozpadu $T_{1/2}$, • objaśnić metodę datowania za pomocą izotopu ^{14}C	• wyprowadzić prawo rozpadu promieniotwórczego, • obliczyć masę promieniotwórczego izotopu pierwiastka po określonym czasie, • przygotować prezentację na temat wpływu działalności człowieka na wzrost poziomu promieniowania w środowisku
Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:

6–7. Energia wiązania	• wyjaśnić, dlaczego do rozdzielenia składników układu związanego konieczne jest dostarczenie energii, • wyjaśnić, dlaczego masa jądra jest mniejsza od sumy mas jego składników, • wyjaśnić pojęcie deficytu masy, • podać wzór na energię wiązania jądra atomowego	• wyprowadzić wzór na deficyt masy, • znaleźć związek pomiędzy energią wiązania i deficytem masy	• zdefiniować jednostkę masy atomowej i wykorzystywać ją do wykonywania obliczeń, • zinterpretować wykres zależności energii wiązania przypadającej na jeden nukleon w jądrze od liczby nukleonów w nim zawartych	• obliczyć energię wiązania jądra wybranego atomu, • porównać energie wiązania jąder z energią wiązania atomów i cząsteczek
Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:

8–9. Reakcje jądrowe. Krecja i anihilacja	• wyjaśnić, na czym polegają procesy, które nazywamy reakcjami jądrowymi, • wymienić zasady zachowania obowiązujące w reakcjach jądrowych, • opisać zjawisko krecji par elektron–pozyton, • opisać zjawisko anihilacji	• poprawnie zapisywać równania reakcji jądrowych, uwzględniając konieczność zachowania całkowitego ładunku i całkowitej liczby nukleonów, • wyjaśnić zasadę zachowania ładunku w zjawisku krecji, • zapisać zasadę zachowania energii w zjawisku krecji, • zapisać równanie anihilacji pozytonu i elektronu	• wyjaśnić i opisać za pomocą równania krecję pary elektron–pozyton, • przedstawić zasadę zachowania pędu w zjawisku krecji, • obliczyć minimalną energię fotonu konieczną do zajścia zjawiska krecji, • opisać proces anihilacji pozytonu i elektronu	• podać warunki konieczne do zajścia reakcji jądrowej i zastosować je do obliczenia najmniejszej energii kinetycznej, jaką należy dostarczyć cząstce α, zderzającej się z jądrem złota, aby mogła nastąpić reakcja jądrowa, • obliczyć minimalną energię fotonu powstającego w zjawisku anihilacji
Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostął wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostął wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostął wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:

10–11. Reakcje rozszczepienia	• wyjaśnić pojęcie reakcji egzoenergetycznej i wymienić reakcję rozszczepienia jako przykład takiej reakcji, • opisać energię jądrową jako nadwyżkę energii kinetycznej powstającej w procesie rozszczepienia, • wyjaśnić, na czym polega reakcja łańcuchowa, i podać warunki jej zachodzenia	□ na podstawie doświadczenia myślowego opisanego w podręczniku wyjaśnić, skąd pochodzi energia wyzwolana w reakcjach rozszczepienia jąder atomowych	• zapisywać równania reakcji rozszczepienia jąder z uwzględnieniem zasady zachowania ładunku i liczby nukleonów, • wykazać, że suma mas składników reakcji rozszczepienia jest większa od sumy mas produktów reakcji, czyli udowodnić, że reakcja jest egzoenergetyczna, więc może stanowić źródło energii	• stosować zasadę zachowania energii do opisu reakcji rozszczepienia, • obliczyć energię uwolnioną podczas rozszczepienia opisanego podanym równaniem reakcji, • uzasadnić stwierdzenie, że energia dostarczana przez wszystkie źródła energii używane przez ludzkość pochodzi z energii spoczynkowej ciał
Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostął wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostął wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostął wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:

12. Energetyka jądrowa. Wykorzystanie energii jądrowej	• wyjaśnić różnicę między reaktorem jądrowym a bombą atomową, • wymienić główne zalety wykorzystania energetyki jądrowej i zagrożenia z nią związane	□ uzasadnić pogląd o konieczności pokojowego wykorzystywania energii jądrowej	• opisać budowę i zasadę działania reaktora jądrowego i elektrowni jądrowej, • opisać budowę i zasadę działania bomby atomowej	□ przygotować się do dyskusji na temat: <i>Odpowiedzialność uczonych za konsekwencje ich badań i zastosowania odkryć naukowych</i>; brać czynny udział w dyskusji
13. Reakcje termojądrowe. Ewolucja gwiazd	• opisać reakcje fuzji lekkich jąder i skutki takich reakcji, □ podać, że źródłem energii Słońca są reakcje syntezy jąder wodoru w jądra helu, • podać szacunkową wartość różnicy energii wydzielonej podczas syntezy określonej masy jąder i energii uzyskanej ze spalania takiej samej masy węgla	• na podstawie wykresu zależności energii wiązania na jeden nukleon od liczby nukleonów w jądrze atomu udowodnić, że procesy syntezy lekkich jąder mogą być źródłem energii, • omówić schemat cyklu proton–proton, • omówić perspektywy pokojowego wykorzystania energii termojądrowej, • opisać reakcje termojądrowe zachodzące w gwiazdach	• opisać gwiazdy jako obiekty, w których nieustannie zachodzą reakcje syntezy lekkich jąder, ponieważ panują tam bardzo wysokie ciśnienie i temperatura rzędu milionów stopni, • omówić schemat cyklu CNO, • opisać budowę i zasadę działania bomby termojądrowej	• obliczyć energię wydzieloną w reakcji syntezy oraz energię uzyskaną w wyniku spalania węgla i porównać te dwie wartości, • wyjaśnić zjawisko wybuchu supernowej, • wyjaśnić, czym jest czarna dziura i w jaki sposób powstaje, • przygotować prezentację na temat możliwości obserwacyjnych teleskopu Webba

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
14. Promieniowanie jonizujące a organizmy	- opisać skutki działania promieniowania jonizującego na organizmy, - porównywać dawki promieniowania pochodzącego ze źródeł naturalnych, - wymienić sposoby ochrony przed promieniowaniem	- porównać odporność różnych gatunków organizmów na promieniowanie jonizujące, - wymienić przykłady wykorzystania promieniowania jonizującego w diagnostyce i terapii medycznej	- podać definicję dawki pochłoniętej i jej jednostkę, - podać sens fizyczny mocy dawki i dawki skutecznej oraz podać ich jednostki	- opisać schemat i zasadę działania licznika Geigera– Müllera, - zaprezentować wybrane sposoby praktycznego wykorzystania promieniowania jonizującego